نشریه ماشین‌های کشاورزی
جلد ۹، شماره ۲، نیمسال دوم ۱۳۹۸، ص ۳۸۴-۳۷۵

Journal of Agricultural Machinery
Vol. 9, No. 2, Fall - Winter 2019, p. 375-384

تاثیر پارابویلینگ بر برخی خصوصیات برنج محلی رقم چمپا

محمود قاسمی نژاد رائینی[1*]- عیسی بوگری[2]- فرزاد آزاد شهرکی[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۹/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۰۸

چکیده

برنج یکی از مهم‌ترین دانه‌های خوراکی جهان است. فرآیند تبدیل یکی از مهم‌ترین مراحل فرآوری شلتوک برنج می‌باشد که بر کمیت و کیفیت تولید آن اثر دارد. رقم چمپا از مهم‌ترین ارقام برنج مناطق جنوب غرب ایران بوده که علی‌رغم طعم و عطر مطبوع، کیفیت تبدیل پایینی دارد. این تحقیق به منظور بررسی افزایش کیفیت تبدیل دانه برنج محلی رقم چمپا توسط عملیات پارابویلینگ (نیم‌پزکردن) انجام شد. تیمارهای عملیات پارابویلینگ شامل سه دمای خیساندن شلتوک (۳۵، ۵۵ و ۷۵ درجه‌سانتی‌گراد) و دو زمان بخاردهی (۱۵ و ۲۵ دقیقه) در دمای بخار ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد بودند. این پژوهش در سه تکرار و در آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی اجرا شد. میزان شکستگی دانه در نمونه‌های شاهد (عدم پارابویلینگ) ۱۹/۳۸٪ به‌دست آمد. کم‌ترین میزان شکستگی دانه (۴/۰۳٪) را تیمارپارابویلینگ (دمای خیساندن ۵۵ درجه و زمان بخاردهی ۲۵ دقیقه) به خود اختصاص داد. عملیات پارابویلینگ باعث افزایش راندمان تبدیل و کاهش مواد ازدست رفته گردید. بیش‌ترین راندمان تبدیل (۶۷/۱۱٪) در دمای خیساندن ۵۵ درجه و زمان بخاردهی ۲۵ و کم‌ترین مقدار مواد جامد ازدست رفته (۱/۷۴٪) در دمای خیساندن ۷۵ درجه و زمان بخاردهی ۲۵ دقیقه به‌دست آمد. بیش‌ترین نسبت طول به عرض (۲/۴۶) و بالاترین درجه سفیدی (۷۶/۵۴ ٪) در نمونه‌های عدم پارابویلینگ حاصل شد. در پارامتر جذب آب تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای پارابویلینگ و عدم پارابویلینگ وجود نداشت.

واژه‌های کلیدی: برنج چمپا، پارابویلینگ، درجه سفیدی، درصد شکستگی، راندمان تبدیل

مقدمه

بنا بر گزارش فائو در سال ۲۰۱۷ بیش از ۴۸۱ میلیون تن برنج در جهان تولید شده است (Anonymous, 2017). برنج یکی از غلات پر مصرف ایران است و نقش مهمی در تأمین امنیت غذایی داشته و بعد از گندم بیش‌ترین مصرف را در بین غلات دارد (Rahmati *et al.*, 2014). در سال زراعی ۹۴-۹۳ حدود ۵۳۰ هزار هکتار از مزارع آبی کشور به کشت برنج اختصاص یافت و بیش از ۲۳۴۷۰۰۰ تن شلتوک برداشت شد (Anonymous, 2015).

برنج به‌عنوان یکی از دانه‌های خوراکی، قبل از مصرف تحت فرآیند تبدیل قرار می‌گیرد. تبدیل یکی از مهم‌ترین مراحل فرآوری شلتوک می‌باشد که به‌طور مرسوم برای تولید دانه شفاف و سفید انجام می‌شود. یک سیستم تبدیل تجاری شلتوک شامل یک فرآیند چند مرحله‌ای است که شلتوک ابتدا تحت عملیات پوست‌کنی و سپس حذف لایه قهوه‌ای خارجی قرار می‌گیرد که به آن سفیدکنی گفته می‌شود (Yadav and Jindai, 2008). تولید برنج یکی از پر زحمت‌ترین و دشوارترین تولید در بین محصولات کشاورزی است که متاسفانه حجم قابل توجهی از آن به دلایل مختلف ازمرحله کاشت تا مرحله مصرف از بین می‌رود (Rahmati *et al.*, 2014). ضایعات پس از برداشت برنج، شامل کوبیدن، خشک کردن، نگهداری، حمل و نقل و تبدیل در کشورهای در حال توسعه در حدود ۳۰ تا ۴۰٪ از کل تولید را شامل می‌شود (Bayat, 2004).

پارابویلینگ یا نیم‌پز کردن یک رفتار هیدروگرمایی است که باعث ژلاتینه کردن نشاسته دانه می‌شود. طی این فرآیند کیفیت دانه بهبود یافته و ساختمان نشاسته از فرم بلوری به غیر بلوری تغییر شکل می‌یابد. در طول فرآیند پارابویلینگ با نفوذ مواد مغذی به داخل اندسپرم در حین عملیات صیقل دادن (فرآیند تبدیل برنج) تلفات ویتامین‌ها به حداقل می‌رسد (Chakraverty *et al.*, 2005). پارابویلینگ باعث تغییرات قابل توجهی در ساختار فیزیکی، شیمیایی و پخت و پز برنج می‌گردد، این باعث می‌شود فضاهای خالی درون دانه برنج پر شود و مقاومت دانه برنج به تنش‌های اعمال شده درحین عملیات تبدیل را افزایش داده و شکستگی دانه برنج در فرآیند سفید کردن کاهش یابد. فرآیند پارابویلینک شامل سه مرحله خیساندن، بخار و خشک کردن می‌باشد که به کاهش میزان شکستگی و عملکرد بیشتر برنج سالم منجر می‌شود، البته ممکن است با توجه به

۱- استادیار، گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران
۲- دانشجوی دکتری مکانیزاسیون کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران
۳- عضو هیات علمی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: ghasemi.n.m@ramin.ac.ir)
DOI: 10.22067/jam.v9i2.69350

شرایط پارابویلینگ برخی تغییرات نامطلوب مانند تغییر رنگ، بو و طعم در برنج رخ دهد (Correa *et al.*, 2006; Nasirahmadi *et al.*, 2014). پارابویلینگ با حذف و پرکردن ترک‌های دانه برنج باعث می‌شود، درصد شکستگی به نحو چشم‌گیری کاهش و درصد عملکرد افزایش یابد. اثرات برنج پارابویل شده در مطالعات زیادی بررسی شده که منجر به افزایش عملکرد برنج و کاهش میزان چسبندگی در حین پخت و پز، تورم و شسته شدن آمیلوز برنج می‌گردد (Patindal *et al.*, 2008; Gunaratne *et al.*, 2013; Graham-Acquaah, 2015). نیم‌پز عموماً باعث کاهش درجه سفیدی، کاهش آمیلوز و افزایش چربی دانه می‌شود. افزایش زمان خیساندن در پارابویلینگ باعث جذب بیشتر آب توسط دانه‌های شلتوک شده که راندمان تبدیل و راندمان برنج سالم را بهبود می‌بخشد (Kaddaus, 2002).

مصرف برنج پارابویل شده در کشورهایی مانند هند، بنگلادش، پاکستان و نیجریه یک فرهنگ است و در بسیاری از کشورهای اروپایی و امریکایی شمالی و جنوبی محبوبیت بالایی دارد (Bhattacharya, 2011). تحقیقات زیادی در ارتباط با تاثیر پارابویلینگ روی خصوصیات برنج در ایران و جهان انجام شده است. پارابویلینگ باعث افزایش راندمان تبدیل برنج سالم از ۵۱٪ به ۶۰ الی ۸۰٪، افزایش محتوی پروتئین و چربی و خاکستر می‌گردد (Sareepunang, *et al.*, 2008). تغییرات فیزیکی برنج قهوه‌ای پاربویل‌شده در طول عملیات حرارت‌دهی چشمگیر است به طوری که عملکرد دانه[1]، براقی، زمان‌پخت و سختی‌برنج نسبت به برنج قهوه‌ای نیم‌پز شده کاهش داشته، اما نسبت به برنج خام افزایش داشته است (Parnsakhorn and Noomhorm, 2008). محفلی و همکاران (Mahfeli *et al.*, 2013) تاثیر مدت زمان بخاردهی و دمای هوای خشک‌کن بر نیروی شکست شلتوک نیم پزشده پس ازخیساندن در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت یک ساعت، تحت فشار ا تمسفر در سه دوره زمانی ۰، ۵ و ۱۷ دقیقه بخاردهی و تحت سه دمای خشک کردن ۳۵، ۴۰ و ۴۵ درجه سانتی‌گراد بررسی کردند، نتایج نشان داد، با افزایش مدت زمان بخاردهی، درصد ترک کاهش یافته و عملکرد برنج سالم بیشتری را به همراه داشت. همچنین خشک کردن در دمای ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد نسبت به دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد درصد ترک به میزان قابل توجهی کاهش یافته و عملکرد برنج سالم و نیروی شکست بیشتری مشاهده شد.

در پژوهشی بررسی تاثیرپارابویلینگ برنج به‌وسیله امواج مایکروویو برضریب تبدیل و درصد برنج سالم روی رقم شیرودی و هاشمی انجام شد در این پژوهش، رقم در دو سطح (شیرودی و هاشمی)، دمای خیساندن در دو سطح (۶۰ و ۷۰ درجه سانتی‌گراد) توان مایکرویو در دو سطح (۶۰۰ و ۹۰۰ وات) و مدت گرمادهی در دو سطح (۴ و ۶ دقیقه) بر ضریب تبدیل و درصد برنج سالم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد با افزایش دمای خیساندن، ضریب تبدیل به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد و ضریب تبدیل در رقم شیرودی به‌طورمعنی‌داری بیشتر از هاشمی می‌باشد. با افزایش توان مایکروویو درصد برنج سالم نیز به‌طور معنی داری افزایش یافت. بیش‌ترین ضریب تبدیل و درصد برنج سالم در هر دو رقم مربوط به دمای خیساندن ۶۰ درجه سلسیوس، توان ۹۰۰ وات و مدت گرمادهی ۲ دقیقه می‌باشد (Ghanbarian *et al.*, 2017).

چراتی و همکاران (۲۰۱۲) پارابویلینگ رقم برنج طارم را در سه دمای خیساندن ۴۵، ۶۵ و ۸۵ به مدت ۵، ۴ و ۱۵/۵ ساعت تا رسیدن به محتوی رطوبتی ۴۰٪ با دو روش بخاردهی تحت فشار به مدت ۲/۵ و ۵ دقیقه و بخاردهی در فشار اتمسفر به مدت ۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه بررسی کردند. سپس برنج پاربویل شده را تا محتوی رطوبت ۸٪ خشک کردند؛ بهترین شرایط از نظر شکستگی در دمای خیساندن ۶۵ درجه و بخاردهی در فشار اتمسفر و مدت ۱۵ دقیقه به‌دست آمد، که میزان شکستگی را از ۳۷/۶ به ۷/۳٪ کاهش داد.

در مطالعه‌ای اثر سه عامل زمان بخاردهی، درجه خشک شدن و رطوبت نهایی دانه را بر راندمان تبدیل و درجه سفیدی در ارقام هاشمی و علی کاظمی در استان گیلان بررسی شد؛ نتایج نشان داد تمامی عوامل بر راندمان تبدیل و درجه سفیدی موثر می‌باشد. بهترین ترکیب تیماری راندمان تبدیل برنج در رقم علی کاظمی دمای خشک شدن ۶۰ درجه، رطوبت دانه ۸٪ و زمان بخاردهی ۱۰ دقیقه و در رقم هاشمی دمای خشک شدن ۴۵ درجه، رطوبت ۸٪ و زمان بخاردهی ۱۰ دقیقه به‌دست آمد. در رقم علی کاظمی در رطوبت نهایی دانه ۸٪ بالاترین سفیدی را دارا بود و سایر عوامل معنی‌دار نبود. در رقم هاشمی دمای خشک شدن ۴۵ درجه، رطوبت ۱۲٪ و زمان بخاردهی ۳۰ دقیقه بالاترین درجه سفیدی (۹۲/۵٪) به‌دست آمد (AhmadiAra *et al.*, 2013). تاثیر زمان بخاردهی و دمای خیساندن برضریب تبدیل و درصد برنج سالم در دورقم طارم و فجر در استان مازندران مورد بررسی قرار گرفت (NasirAhmadi *et al.*, 2011). دراین تحقیق از دمای خیساندن ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درجه و زمان بخار ۱۰ و ۱۵ و ۲۰ دقیقه استفاده شد؛ نتایج نشان داد که افزایش زمان بخاردهی باعث افزایش ضریب تبدیل درصد برنج سالم در هر دو رقم می‌شود.

تاکنون مطالعات زیادی روی اثر پارابویلینگ روی خصوصیات برنج انجام گرفته است، پارابویلینگ با توجه به رقم برنج می‌تواند اثرات متفاوتی روی خصوصیات کمی و کیفی آن داشته باشد. برنج رقم چمپا یکی ار معروف‌ترین ارقام کشت شده در استان‌های اصفهان، چهارمحال و بختیاری، خوزستان، کهگیلویه و بویراحمد و فارس می‌باشد. در این رقم علی‌رغم طعم و بوی بسیار خوب، هنگام فرآوری دانه و سفید کردن، درصد برنج سالم (۶۲/۹۲ درصد) خیلی

1- Head rice yield

کم شده و در نهایت شکستگی افزایش می‌یابد و اغلب از ۲۰٪ هم تجاوز می‌کند که علاوه بر خسارت کمی، بازارپسندی محصول کاهش می‌یابد (Gilani *et al.*, 2011). تاکنون هیچ‌گونه مطالعه‌ای برای بررسی اثر روش پارابویلینگ بر خصوصیات کمی و کیفی برنج رقم چمپا انجام نگرفته است. لذا این تحقیق با هدف افزایش کیفیت تبدیل دانه برنج محلی رقم چمپا توسط عملیات پارابویلینگ (نیم‌پزکردن) انجام شد.

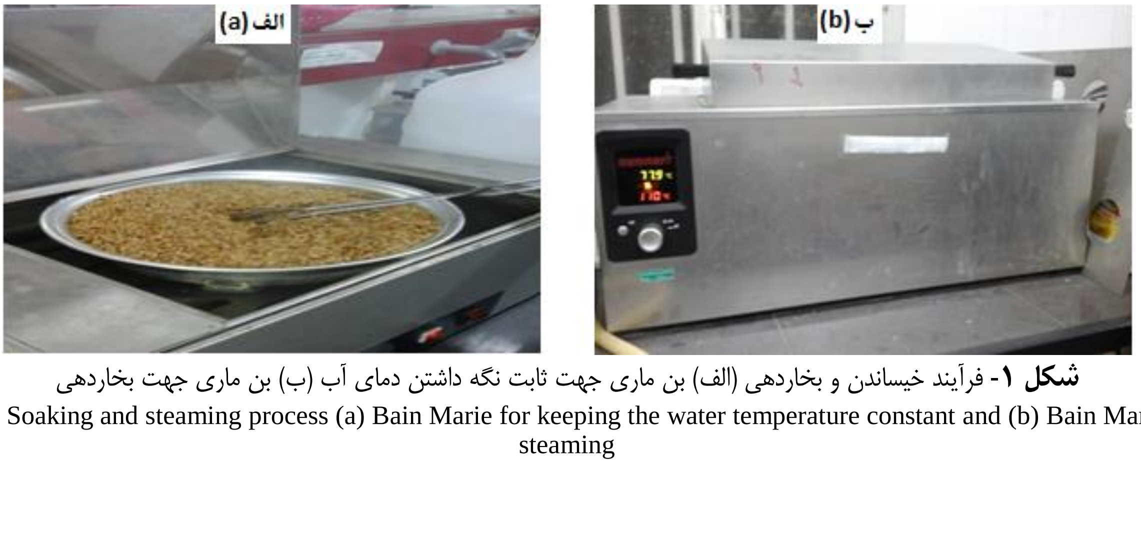
مواد و روش‌ها

به منظور افزایش کیفیت تبدیل دانه برنج محلی رقم چمپا توسط عملیات پارابویلینگ مطالعه‌ای در سال زراعی ۱۳۹۵ و در شهرستان لردگان انجام شد؛ شلتوک انتخاب شده برای تهیه تیمارها، از یک مزرعه برنج رقم چپما شهرستان لردگان انتخاب گردید. سالانه بیش از ۳۰۰۰ هکتار از مزارع شهرستان لردگان به کشت برنج رقم چمپا اختصاص می‌یابد (Anonymous, 2015). تیمارهای این عملیات شامل سه دمای خیساندن شلتوک (۳۵، ۵۵ و ۷۵ درجه) و دو زمان بخاردهی (۱۵ و ۲۵ دقیقه) در دمای بخار ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد بودند؛ این مطالعه با سه تکرار و در قالب آزمایش فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی اجرا شد. عملیات‌های انجام شده جهت فرآیند پارابویلینگ شامل خیساندن، بخاردهی، خشک کردن و سفید کردن بودند که به شرح ذیل انجام شدند.

خیساندن: در این مرحله آب به‌تدریج جذب شلتوک می‌شود و به‌طور محدود متورم می‌شود. شدت جذب آب مستقیماً با درجه حرارت آب در ارتباط است، به طوری که در حرارت‌های بالا سرعت جذب آب بسیار زیاد است. تاثیر زمان بخاردهی و دمای خیساندن بر ضریب تبدیل و درصد برنج سالم در دو رقم طارم و فجر در استان مازندران بررسی شد (Nasir Ahmadi *et al.*, 2011). در این تحقیق از زمان‌های ماند ۲۴، ۶ و ۳ ساعت به‌ترتیب برای دماهای خیساندن ذکر شده استفاده شد؛ رطوبت نهایی حاصل شده در این مرحله به حدود ۳۵ تا ۴۰٪ بر پایه وزن تر رسید و رطوبت اولیه شلتوک ۹٪ بود. هم‌چنین برای دستیابی به این امر و ثابت نگه داشتن دمای آب از دستگاه بن ماری استفاده شد (شکل ۱).

بخاردهی: در این مرحله دانه‌های شلتوک تحت بخار آب به‌طور ناگهانی متورم می‌شود این عمل باعث شکست پیوندهای هیدروژنی اجزای آمیلوز و آمیلوپکتین می‌شود و ساختمان بلوری خود را از دست می‌دهد و فرآیند ژلاتینه شدن شکل می‌گیرد. در این پژوهش از دمای بخار آب ۱۱۰ درجه در دو زمان ۱۵ و ۲۵ دقیقه استفاده شد، جهت انجام این کار از دستگاه بن ماری بخار شکل ۱ استفاده گردید.

خشک کردن: در پایان مرحله خیساندن و بخاردهی محتوی رطوبت دانه‌ها به حدود ۴۰ تا ۴۶ درصد رسید. برای انبار کردن مطمئن و تبدیل شلتوک به برنج سفید رطوبت بایستی کاهش یابد؛ بدین منظور مطابق شکل ۲ نمونه‌ها در درون جعبه‌هایی پهن شد و در فضای آزاد تا رطوبت تقریبی ۲۰٪ خشک گردید، سپس به مدت ۱۰ ساعت به‌صورت توده جمع‌آوری و در درون نایلون قرار گرفتند یا به اصطلاح در فرآیند خشک شدن به آنها "استراحت‌دهی" داده شد. شلتوک‌ها در مرحله خشک کردن ترک بر نمی‌دارند بلکه ۲ ساعت بعد از خشک کردن به علت عدم یکنواختی خشک شدن شلتوک‌ها احتمال ترک برداشتن زیاد می‌شود به همین علت یک مرحله استراحت‌دهی معمولاً کمی قبل ار رسیدن به رطوبت ۱۸٪ به شلتوک در حال خشک شدن داده می‌شود این عمل می‌تواند تاثیر زیادی در کاهش شکستگی فرآیند تبدیل برنج داشته باشد (Chakraverty *et al.*, 2005). برای کاهش بیشتر رطوبت و رسیدن به رطوبت ۹ ٪ نمونه‌ها توسط دستگاه آون شکل ۲ خشک شدند. در این مرحله رطوبت نمونه‌ها طی بازدید مستمر تا ۹٪ کاهش داده شد (در این مطالعه رطوبت نمونه‌های شاهد ۹٪ بود).



شکل ۱- فرآیند خیساندن و بخاردهی (الف) بن ماری جهت ثابت نگه داشتن دمای آب (ب) بن ماری جهت بخاردهی

Fig. 1. Soaking and steaming process (a) Bain Marie for keeping the water temperature constant and (b) Bain Marie for steaming



شکل ۲– فرآیند خشک کردن (الف) خشک کردن اولیه در فضای باز، (ب) خشک کردن نهایی در دستگاه آون
Fig. 2. Drying processes (a) Primary drying in outdoor, (b) Final drying in oven

سفید کردن: بعد از رساندن رطوبت نمونه‌ها به ۹٪ (جهت یکسان بودن با نمونه شاهد که دارای رطوبت ۹٪ بود) نمونه‌ها درون نایلون‌های مخصوص ریخته شد. فرآیند سفید کردن در یک واحد کوچک با شرایط یکسان برای همه نمونه‌ها انجام گرفت.

پارامترهای اندازه گیری شده

درصد شکستگی: در چند مرحله با انتخاب تصادفی نمونه‌های ۱۰۰ گرمی از هر تیمار و جدا کردن دانه‌های شکسته درصد شکستگی میانگین‌گیری و محاسبه شد. در این پژوهش دانه‌های کمتر از ۷۵/ درصد دانه سالم، به‌عنوان دانه شکسته در نظر گرفته شد (Latifi, 2013).

مواد از دست‌رفته در نمونه‌ها: به میزان مواد جامد شسته شده در حین پخت برنج گفته می‌شود. ظروف مخصوص نمونه‌های شستشو به مدت یک ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت؛ این ظروف به مدت نیم ساعت در دستگاه دسیکاتور برای سرد شدن قرار گرفت و سپس با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شدند. در درون هر ظرف و در چند مرحله به مقدار ۵ گرم از آب برنج پخته شده، ریخته شد و به مدت ۳ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد در داخل آون قرار گرفت و پس از سرد شدن توسط دسیکاتور نمونه‌ها توزین گردید؛ از تفاوت وزن نمونه‌ها اولیه و نهایی وزن مواد جامد از دست رفته به‌دست آمد (Sabet, Sulata and Jooyande, 2016).

راندمان تبدیل: از نسبت وزن برنج سفید به‌دست آمده به شلتوک مصرف شده در فرآیند تبدیل محاسبه شد.

درجه سفیدی: شاخصی از میزان نور جذب شده توسط دانه‌های برنج سفید می‌باشد. این شاخص با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج مدل CR-400 ساخت ژاپن اندازه‌گیری شد.

جذب آب: به میزان جذب آب توسط دانه‌های برنج در حین پخت گفته می‌شود. با وزن کردن تصادفی یک نمونه ۵۰ عددی دانه سالم برنج خام و۵۰ عدد دانه برنج پخته از هر نمونه توسط یک ترازوی با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد.

طول و عرض برنج خام و برنج پخته و تعیین شاخص نسبت طول به عرض: با یک کولیس دیجیتال طول و عرض ۲۰ عدد برنج سالم در هر نمونه به تصادف اندازه گیری شد این شاخص در دو مرحله (برنج خام و برنج پخته شده) و در شرایط یکسان اندازه‌گیری و محاسبه شد.

نتایج و بحث

جدول ۱ نتایج تجزیه واریانس تاثیر پارابویلینگ بر برخی از خصوصیات برنج را نشان می‌دهد. مطابق جدول ۱، دمای خیساندن آب بر درصد شکستگی، راندمان تبدیل، شاخص نسبت طول به عرض، مقدار مواد از دست رفته و درجه سفیدی معنی‌دار بود ولی بر میزان جذب آب اثری نداشت. مدت زمان بخاردهی و اثر متقابل در عملیات پارابویلینگ به‌جز درصد شکستگی روی سایر خصوصیات برنج پاربویل شده معنی‌دار نشد. جهت تعیین تیمار برتر و مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد. مقادیر پارامترهای بررسی شده در ترکیب‌های تیماری و شاهد در جدول ۲ آورده شده است.

مهم‌ترین هدفی که معمولاً در پارابویلینگ دنبال می‌شود کاهش میزان شکستکی در ارقام دارای شکستگی بالا می‌باشد. نتایج مقایسه میانگین ۶ ترکیب در نمودار ۱ آورده شده است. میانگین درصد شکستگی دانه‌های برنج در نمونه شاهد (عدم پارابویلینگ) ۱۹/۳۸٪ مشاهده شد که قابل توجه است و بازارپسندی برنج را پایین می‌آورد؛ در صورت جداسازی کامل دانه‌های شکسته نیز خسارت اقتصادی زیادی به کشاورزان وارد می‌کند و حتی در صورت عدم جداسازی کامل شکل ظاهری محصول خوب نبوده و بسیاری از دانه‌ها به علت شکستگی جزئی طول کوتاه‌تری دارند و اثر منفی روی وضعیت ظاهری برنج می‌گذارد.

جدول ۱- خلاصه تجزیه واریانس پارابویلینگ روی برخی از خصوصیات برنج
Table 1- Analysis of variance of parboiling on some rice properties

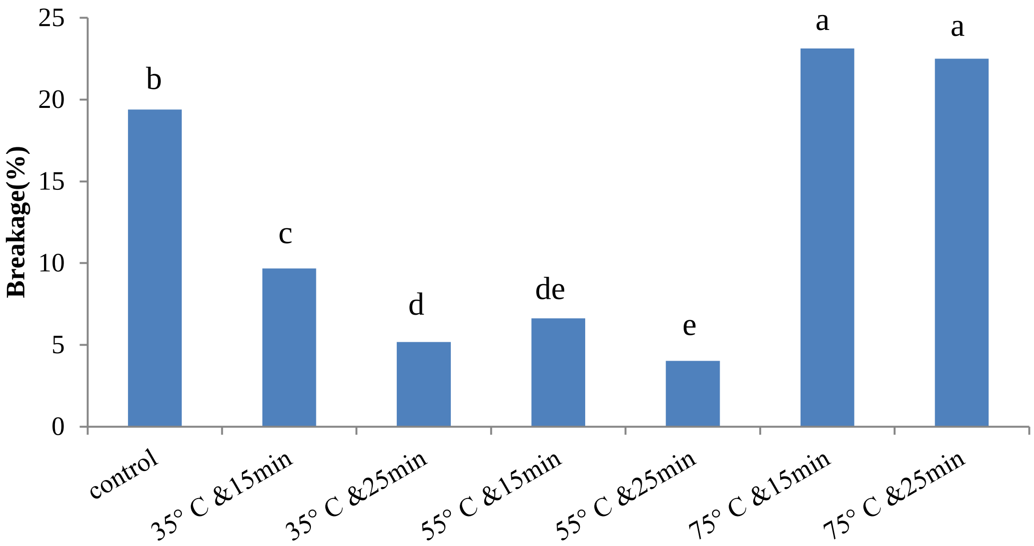
منابع تغییرات Source of variation	مقادیر آزمون F					
	درصد شکستگی Breakage Percentage	راندمان تبدیل Milling efficiency	نسبت طول به عرض Ratio of length to width	مقدار مواد از دست رفته Loss of solid material	جذب آب Water absorption	درجه سفیدی Whiteness degree
دمای خیساندن Soaking temperature	29.85**	5.5*	8.77**	62.76**	0.08ns	20.9**
مدت زمان بخاردهی Steaming time	31.88**	1.15ns	0.14ns	0.97ns	1.02ns	1.5ns
اثر متقابل دمای خیساندن و زمان بخاردهی Interaction of soaking and steaming time	6.03*	1.95ns	1.92ns	2.36ns	1.59ns	0.42ns

*، ** و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۵٪، ۱٪ و غیر معنی‌داری
*,** and ns means significant at 5%, 1% and not significant

جدول ۲- میانگین پارامترهای اندازه‌گیری شده در تیمارهای آزمایش
Table 2- Average of measured parameters in test treatments

منابع تغییرات Source of variations	میانگین پارامترهای بررسی شده					
	شکستگی Breakage percentage (%)	راندمان تبدیل Milling efficiency (%)	نسبت طول به عرض Ratio of length to width	مواد از دست رفته Loss of solid material (%)	جذب آب Water absorption (g)	درجه سفیدی Whiteness degree (%)
شاهد Control	19.38	63.58	2.463	3.91	1.21	76.54
دمای خیساندن ۳۵ درجه و زمان بخاردهی ۱۵ دقیقه Soaking temperature of 35° C and steaming time of 15 minutes	9.68	66.3	2.436	2.65	1.09	67.33
دمای خیساندن ۳۵ درجه و زمان بخاردهی ۲۵ دقیقه Soaking temperature of 35° C and steaming time of 25 minutes	5.17	67.11	2.42	2.43	1.13	65.67
دمای خیساندن ۵۵ درجه و زمان بخاردهی ۱۵ دقیقه Soaking temperature of 55° C and steaming time of 15 minutes	6.63	65.79	2.426	2.37	1.11	62.94
دمای خیساندن ۵۵ درجه و زمان بخاردهی ۲۵ دقیقه Soaking temperature of 55° C and steaming time of 25 minutes	4.03	64.58	2.423	2.47	1.12	63.27
دمای خیساندن ۷۵ درجه و زمان بخاردهی ۱۵ دقیقه Soaking temperature of 75° C and steaming time of 15 minutes	23.12	65.51	2.341	1.81	1.13	62.59
دمای خیساندن ۷۵ درجه و زمان بخاردهی ۲۵ دقیقه Soaking temperature of 75° C and steaming time of 25 minutes	22.5	64.43	2.386	1.74	1.12	62.14

کم‌ترین میزان شکستگی (۴/۰۳٪) در دمـای خیسـاندن شـلتوک ۵۵ درجه و مدت زمان بخاردهی ۲۵ دقیقه به‌دست آمد، که نسبت بـه نمونه عدم پارابویلینگ میزان شکستگی ۱۵/۳۵ درصد کـاهش یافتـه است. پارابویلینگ باعث ژلاتینـه شـدن دانـه‌هـای بـرنج مـی‌شـود و ترک‌های درون دانه را پر می‌کند و در عملیات تبدیل شلتوک به برنج شکستگی به‌طور چشمگیری کاهش می‌یابد در این خصـوص لطیفـی (Latifi, 2013) در تحقیق خود بیان نمود که برنج پاربویـل شـده در دمای خیساندن ۶ ساعت و مدت بخاردهی ۱۰ دقیقه منجر به کاهش معنی‌دار میزان شکستگی نسبت به شاهد می‌گردد. چراتی و همکاران (۲۰۱۲) شکستگی برنج طارم را با پارابویلینگ در دمای خیسـاندن ۶۵ درجه و بخاردهی در فشار اتمسفر و مدت ۱۵ دقیقـه از ۳۷/۶ بـه ۷/۳ درصد کاهش دادند. کوریا و همکاران (Correa *et al.*, 2006) اعلام کردند که پاربویل، شکسـتگی دانـه بـرنج در فرآینـد سـفید کـردن را کاهش می دهد. نصیراحمدی و همکـاران (Nasir Ahmadi *et al.*, 2013) نیزگزارش دادند دمای خیساندن ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درجـه و زمـان بخار ۱۰ و ۱۵ و ۲۰ دقیقه نسبت به شاهد باعث افزایش درصد بـرنج سالم می‌گردد، در این پژوهش نیز چهار ترکیـب تیمـاری پاربویـل بـا نتایج پژوهشـگران مـذکور هـم‌خـوانی دارد و بـه‌طـور قابـل تـوجهی شکستگی را کاهش داد؛ اما شکستگی بـرنج پارابویـل‌شـده در دمـای خیساندن ۷۰ درجه در هر دو مدت زمان بخـاردهـی، از نمونـه شـاهد بیشتر شد که دور از انتظار بود، به نظر می‌رسـد شـدت بـالای دمـای خیساندن و واکنش متفاوت این رقم محلی نسبت به فرآینـد پاربویـل باعث متورم شدن بیش از حد شلتوک شده باشد و اثر منفی روی ایـن عملیات گذاشته باشد.



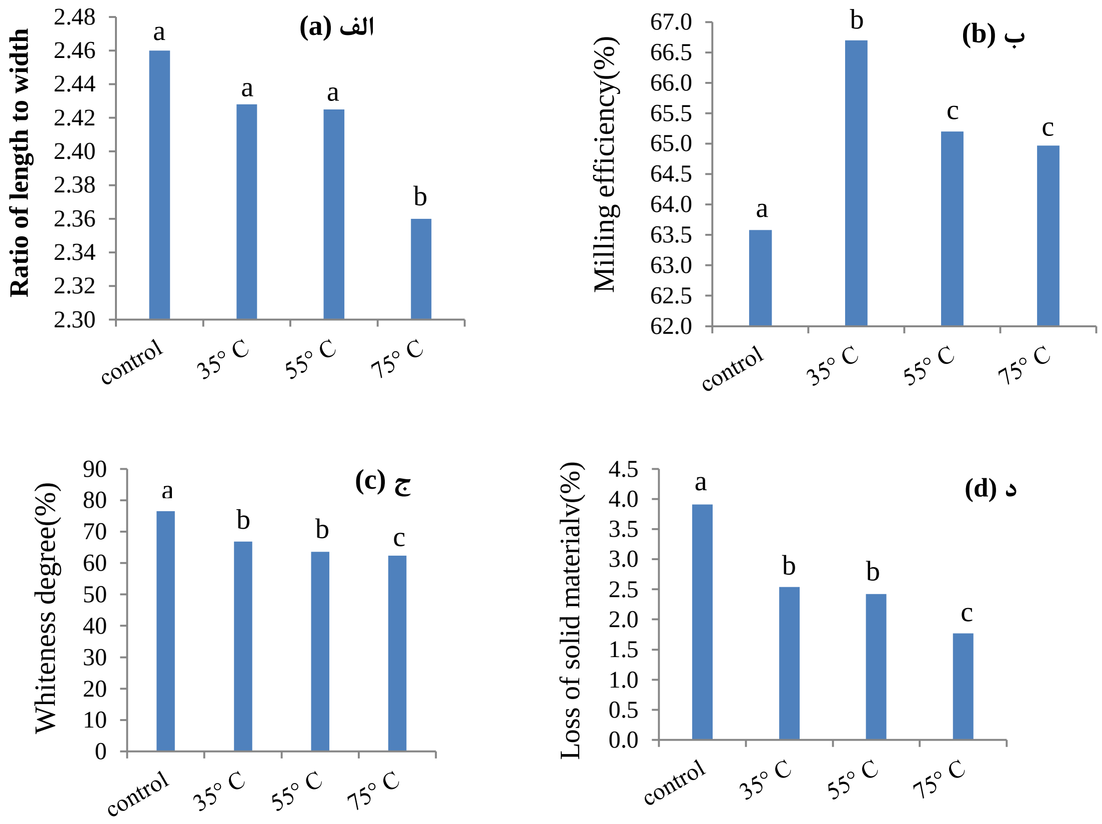
شکل ۳- مقایسه میانگین درصد شکستگی ترکیب‌های تیماری مختلف برنج پاربویل شده و شاهد

Fig. 3. Mean comparison of breaking percentage under different parboiling treatments and control

تاثیر دمای خیساندن آب روی نسبت طول به عرض در شکل ۴- الف نشان داده شده است. با افزایش دمای خیساندن نسبت طـول بـه عرض کاهش یافته است لازم به ذکر است پارابویل تاثیر چندانی روی تغییرات طول دانه‌ها نداشته است اما به دلیل افـزایش قطـر و حجـیم شدن دانه‌ها در نهایت نسبت طول به عرض در بـرنج پارابویـل شـده کاهش یافت. لطیفی (Latifi, 2013) نسبت طـول بـه عـرض بـرنج پخته را در دو رقم شیرودی و فجر تفاوت معنی‌داری بین برنج پاربویل و معمولی وجود نداشت اما نسبت طول به عرض پخته در رقـم طـارم پاربویل کاهش معنی‌داری داشت و این نسبت در برنج طـارم پاربویـل زیادترشده بود ایشان دلیل این اتفاق را وابسته به ذات رقم برنج طارم بیان کردند چـون طـارم خـام نسـبت بـه دو رقـم دیگـر کوتـاه‌تـر و پهن‌تراست.

مطابق با جدول ۱ فقط عامل دمای خیسـاندن شـلتوک بـر روی سایر پارامترهای بررسی شده تـاثیر معنـی‌داری داشـته اسـت. آزمـون مقایسه میانگین سطوح عامل دمای خیسـاندن شـلتوک روی پـارامتر راندمان تبدیل شکل۴- ب نشان داده شده است دمای خیسـاندن ۳۵ درجه با راندمان تبدیل برنج ۶۶/۷٪ بهترین راندمان را داشته است. در ایـــن خصـــوص (Paransakhorn and Noomhorm, 2008; Ahmadi Ara *et al.*, 2013; Nasir Ahmadi *et al.*, 2013) بیان نمودند که پارابویل عامل تاثیرگذاری بر افزایش راندمان تبـدیل بـوده است که با نتایج این تحقیق هم‌خوانی دارد.

مطابق با جدول ۲ حداقل راندمان تبدیل در تیمار عدم پارابویل (۶۳/۵۸ ٪) و حداکثر راندمان تبدیل در تیمار پارابویل یعنی دمای خیساندن ۳۵ درجه و مدت بخاردهی ۲۵ دقیقه (۶۷/۱۱ ٪) بود و عمل پارابویلینگ باعث افزایش راندمان تبدیل به میزان ۵ درصد شد. به‌نظر می‌رسد که این مقدار افزایش راندمان تبدیل با توجه به معنی‌دار نشدن اثر متقابل دمای خیساندن و زمان بخاردهی ناشی از اثر تیمار دما دمای خیساندن باشد. در این خصوص ساری پوانگ و همکاران (Sareepunang *et al.*, 2008) اعلام کردند که پارابویل کردن شلتوک راندمان تبدیل (از ۵۱٪ به ۶۰ تا ۸۰٪) را افزایش می دهد که با نتایج این تحقیق هم‌سو می‌باشد. چراتی و همکاران (۲۰۱۲) نیز بالاترین ضریب تبدیل را برای برنج طارم، دمای خیساندن ۴۵ درجه و بخاردهی تحت فشار اتمسفر به مدت ده دقیقه عنوان کردند و در این شرایط ضریب تبدیل برنج نسبت به شاهد ۶/۵۳٪ افزایش نشان داد.



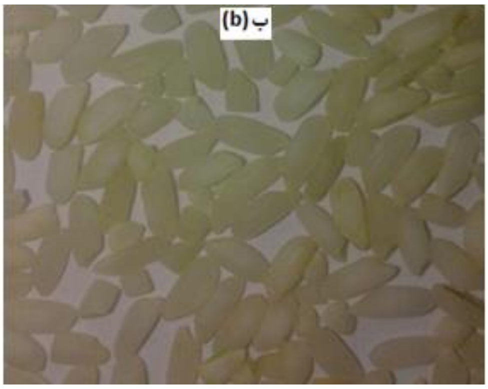
شکل ٤– مقایسه میانگین پارامترهای (الف) نسبت طول به عرض، (ب) راندمان تبدیل، (ج) درجه سفیدی و (د) میزان مواد از دست‌رفته در دماهای خیساندن مختلف شلتوک با شاهد

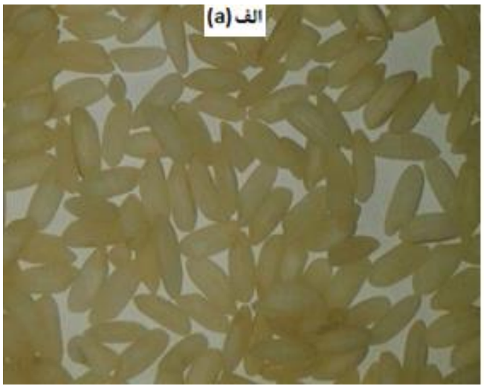
Fig. 4. Mean comparison of (a) Length to width ratio, (b) Milling efficiency, (c) Whiteness degree and (d) Loss of solid material under different temperatures and control

درجه سفیدی یکی از عوامل مهم تاثیرگذار در بازارپسندی برنج است، عملیات پارابویلینگ باعث کاهش درجه سفیدی می‌شود. در این پژوهش عامل درجه خیساندن روی درجه سفیدی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد و نتایج مقایسه میانگین‌ها در شکل ۲–ج نشان داده شده است. در هر سه دمای خیساندن نسبت به شاهد، درجه سفیدی کمتر بود و از نظر آماری معنی‌داری شد. مطابق جدول ۲ کم‌ترین میزان سفیدی (۶۲/۱۴٪) در دمای خیساندن ۷۵ درجه و زمان بخاردهی ۲۵ دقیقه و بیش‌ترین درجه سفیدی در نمونه‌های شاهد (۷۶/۵۴٪) به‌دست آمد. میزان تاثیر پاربویل بر درجه سفیدی به شدت پاربویل و رقم برنج وابسته است. جهت افزایش درجه سفیدی می‌توان با افزایش فشار و کاهش دما اعمالی و زمان پاربویل تغیرات کم‌تری در میزان سفیدی شاهد بود. احمدی آرا و همکاران (۱۳۹۲) بهترین درجه سفیدی در برنج پاربویل شده هاشمی را در دمای خیساندن ۴۵ درجه و بخاردهی به مدت ۳۰ دقیقه و رطوبت نهایی شلتوک ۱۲٪ عنوان کردند.

عملیات پارابویلینگ، باعث افزایش سختی لایه بیرونی برنج می‌شود که در هنگام پخت برنج مقاومت آن را نسبت به از دست‌دادن مواد جامد افزایش می‌یابد. شکل ۴-د مقایسه میانگین کاهش میزان مواد از دست‌رفته نسبت به شاهد در دماهای خیساندن مختلف را نشان می‌دهد. بیش‌ترین میزان مواد جامد از دست‌رفته مربوط به نمونه‌های شاهد ۳/۹۱٪ و کم‌ترین آن مربوط به تیمار دمای خیساندن ۷۵ درجه و زمان بخاردهی ۲۵ دقیقه ۱/۷۴٪ بود. در این راستا لطیفی (Latifi, 2013) کاهش مواد از دست‌رفته در سه رقم برنج طارم، شیرودی و فجر پارابویل شده را مطالعه و گزارش دادند که با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد. لایه بیرونی برنج، سرشار از ویتامین‌هاست که در حین عملیات پارابویلینگ به درون هسته برنج نفوذ کرده و با سخت شدن لایه بیرونی از خروج آنها جلوگیری می‌کند این نکته می‌تواند به غنی‌تر شدن برنج پاربویل شده نسبت به برنج معمولی منجر شود.

شکل ۵ نمونه تصویری از برنج تبدیل شده معمولی و برنج پاربویل شده رقم چمپا را نشان می‌دهد در این تصویر به وضوح دیده می‌شود که برنج پاربویل شده شکستگی کم‌تری نسبت به برنج معمولی دارد و بسیاری از ترک‌های دانه‌های برنج در طول عملیات پارابویل پرشده و مانع از شکستگی آنها در فرآیند تبدیل شده است. برنج پاربویل شده علی‌رغم کاهش میزان سفیدی شفافیت بیشتری نسبت به برنج معمولی دارد که ناشی از تغییر ساختمان دانه‌های برنج در طی عملیات پارابویلینگ می‌باشد همچنین برنج پاربویل شده باعث کاهش چسبندگی‌دانه‌های برنج در طول پخت برنج می‌شود که از این منظر نیز نسبت به برنج پاربویل نشده دارای مزیت می‌باشد.





شکل ۵- (الف) برنج پاربویل و (ب) برنج معمولی

Fig. 5. (a) Non-parboiled rice and (b) Parboiled rice

نتیجه‌گیری

برنج رقم محلی چمپا دارای عطر و طعم بسیار خوبی است اما از لحاظ ظاهری و میزان شکستگی وضعیت خوبی ندارد ولی می‌توان با عملیات پارابویلینگ شکستگی را در این رقم برنج کاهش داد و تغییرات محسوس و مثبتی در شکل ظاهری برنج خام و پخته به‌وجود آورد. پارابویلینگ آثار مثبت فراوانی روی کیفیت تبدیل این رقم برنج داشت. تیمار برتر (دمای خیساندن شلتوک ۵۵ درجه و مدت زمان بخاردهی ۲۵ دقیقه) باعث کاهش میزان شکستگی به میزان ۷۹ درصد، کاهش مواد از دست رفته به میزان ۳۷ درصد و افزایش راندمان تبدیل به میزان ۲ درصد نسبت به شاهد (عدم پارابویلینگ) گردید. در مجموع پارابویلینگ با بهبود صفات کیفی در شلتوک، سبب کاهش خاصیت چسبندگی در هنگام پخت شده و نهایتاً به برنج حالت خوش فرمی می‌دهد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از مسئولان محترم گروه‌های مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون کشاورزی و صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان که در این پژوهش همکاری داشتند قدردانی می‌گردد.

References

1. Agriculture-jahad, M. O. 2015. Statistics of agriculture of Chaharmahal and Bakhtiari province in 2013-2014 in Ministry of agriculture-jahad AJOoCaBp, ed. iran.
2. Ahmadi Ara, A., E. Askari Asli Ardeh, M. B. Dehpoor, I. Bagheri, and F. RahimiAjdadi. 2016. Investigating the effect of some factors involved parboiling on milling yield and whiteness degree in two conventional rice varieties of Guilan province. in The 8th National Conference on Agri. Machinery Eng. & Mechanization. Mashhad.
3. Bayat, F. 2004. Factors of Loss of crops at different stages and strategies to deal with it. in 1st Symposium of National Resources Loss Prevention, Tehran.

4. Bhattacharya, K. R. 2011. Rice quality. Woodhead Publishing. Cambridge UK.
5. Chakraverty, A., R. Poulsingh, and E. askariasliardeh. 2005. Postharvest Technology and Food Process Engineering. Pages 464 Iran: Yavarn.
6. Cherati, F. E., S. Kamyab, M. Shekofteh, and R. Derikvand. 2012. Analysis and Study of Parboiling Method and the Following Impact on Waste Reduction and Operation Increase of Rice in Paddy Conversion Phase. Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology 4: 2649-2652.
7. Correa, P., F. S. D. Silva, C. Jaren, P. Alfonso, and I. Arana. 2006. Physical and mechanical properties in rice processing. Journal of Food Engineering 79: 137-142.
8. Food outlook Biannual report on global food markets. 2017. http://www.fao.org/3/a-i7343e.pdf.
9. Ghanbarian, D., M. Valei, M. G. Varnamkhshati, and H. M. Aghagolzadeh. 2017. investigating the effects of rice parboiling by microwave on milling and percentage of intactrice. Engineering BioSystem of Iran 48: 299-304.
10. Graham-Acquaah, S., J. T. Manful, S. A. Ndindeng, and D. Tchatcha. 2015. Effect of soaking and steaming regimes on the quality of artisanal parboiled rice. Journal Food Process 39: 2286-2296.
11. Gilani, B., Kh. Alami Saeed, S. A. Siadat, and M. Seyyednejad. 2012. Study of heat stress effect on rice cultivars grain milling quality in Khouzestan. Crop Physiology 4 (14): 5-21.
12. Gunaratne, A., W. Kao, J. Ratnayaka, L. Colladob, and L. Corke. 2013. Effect of parboiling on the formation of resistant starch, digestibility and functional properties of rice flour from different varieties grown in Sri Lanka. Journal Science Food Agric 93: 2723-2729.
13. Kaddus, M. A., P. AnwarulHaque, and B. C. Douglass. 2002. Parboiling of rice. Part I: effect of hot soaking time on quality of milled rice. International Journal of Food Science and Technology 37: 527-537.
14. Latifi, A. 2013. Effect of Parboiling on Iranian Rice. in 15th National Rice Conference. Sari, Iran.
15. Mahfeli, M., F. Qanbari, and S. M. Nassiri. 2013. Steaming time and drying temperature effect on broking force of parboiling rice. in The 8th National Congress on Agricultural Machinery Engineering (Biosystem) and Mechanization of Iran.
16. NasirAhmadi, A., B. Emadi, M. H. Abasporfard, and H. Aghagolzadeh. 2011. Effect of steaming time and soaking temperature in parboiling process on conversion factor and Percentage of healthy rice Mazandaran varieties. in 5th Regional Congress on Advance Agricultural Research. Iran.
17. Nasirahmadi, A., B. Emadi, M. H. Abbaspour-Fard, and H. Aghagolzade. 2014. Influence of Moisture Content, Variety and Parboiling on Milling Quality of Rice Grains. Rice Science 21: 116-122.
18. Parnsakhorn, S., and A. Noomhorm. 2008. Changes in physicochemical properties of parboiled brown rice during heat treatment. Agricultural Engineering International 8.
19. Patindol, J., J. Newton, and Y. Wang. 2008. Functional properties as affected by laboratory-scale parboiling of rough rice and brown rice. Journal Food Science 73: 370-377.
20. Rahmati, M., G. Sohrabvandi, M. Khodadadi, and A. Razdari. 2014 Technical and Economic Evaluation of Rice Harvesting Methods in Shirvan-Chrdavol Region. Journal Of Agricultural Machinery 4: 378-386.
21. Sareepuang, K., L. Siriamornpun, and N. W. Meeso. 2008. Effect of soaking temperature on physical, chemical and cooking properties of parboiled fragrant rice. World Journal of Agricultural Sciences 4: 409-415.
22. Sabetsulat, H., and H. Jooyande. 2016. Effect of Animal Lipase Enzyme with the goat's source on the physico-chemical and sensory properties of Iranian white cheese. in 2nd conference and Exhibition on method to Increase the shelf-life of food product.
23. Yadav, B. K., and V. K. Jindal. 2008. Changes in head rice yield and whiteness during milling of rough rice. Journal of Food Engineering 86: 113-121.

Journal of Agricultural Machinery
Vol. 9, No. 2, Fall - Winter 2019, p. 375-384

نشریه ماشین‌های کشاورزی
جلد ۹، شماره ۲، نیمسال دوم ۱۳۹۸، ص ۳۸۴-۳۷۵

Impact of Parboiling on some Characteristics of Rice (Champa Variety)

M. Ghasemi-Nejad Raeini[1*]- E. Bougari[2]- F. Azadshahraki[3]

Received: 11-12-2017
Accepted: 27-02-2018

Introduction

Rice is one of the most important cereal grains in the world. Milling is one of the most important phases of the paddy processing that affects the quality and quantity of the product. Postharvest losses include threshing, drying, transportation and milling contains about 30–40% of total produced rice in developing country. Parboiling increases the mailing efficiency of rice from 51% to 80%, protein, fat and ash content. Champa variety is one of the most important varieties of rice in the southwest of Iran and has low milling quality in spite of its flavor and aroma. This study was conducted to assess increasing the quality of Champa rice milling phase by parboiling method.

Materials and Methods

This study was conducted to assess the increasing quality of Champa rice milling phase by parboiling method in the growing season of 2016 in Lordegan city. Paddies were prepared from a rice farm in Lordegan city. Parboiling treatments consisted of three soaking temperatures (35, 55 and 75 °C) and two steaming times (15 and 25 minutes) at a steam temperature of 110 °C. This study was performed in a factorial experiment based on a completely randomized design in three replications. Parboiling process included soaking, steaming, drying and whitening. Bain Marie was used to keep the water temperature constant in two phases of soaking and steaming. Samples were placed in a oven to decrease the humidity in the drying phase. Breakage percentage, loss of solid material, milling efficiency, whiteness degree and the ratio of length to width were measured in raw and baked rice in all samples.

Results and Discussion

Breakage in control treatment (non-parboiling) was 19.38%. The lowest breakage percentage (4.03%) was obtained in parboiling treatment (soaking temperature of 55 °C and a steaming time of 15 minutes). Parboiling improved milling efficiency and reduced loss of solid materials. Highest milling efficiency (67.11%) was obtained in a soaking temperature of 55 °C and steaming time of 25 minutes. The lowest amount of loss of solid materials (1.74%) was obtained in a soaking temperature of 75 °C and steaming time of 25 minutes. The highest ratio of length to width (2.46) and the highest whiteness degree (76.54%) was obtained in no parboiling treatment. There was no significant difference in water absorption parameter between parboiling treatment and non-parboiling treatment.

Conclusions

Champa rice variety has a very good flavor and aroma but did not have good appearance and its breakage percentage is not good. Parboiling reduces the breakage and improves the appearance in raw and baked rice. Parboiling had a lot of positive effects on the milling quality of this rice cultivar. The best treatment (soaking temperature of 55 °C and steaming time of 25 minutes) reduced breakage percentage (by 79%) and loss of solid materials (by 37%) and increased milling efficiency (by 2%) in comparison with control treatment (non-parboiling). Overall, parboiling reduced rice streaking during baking by improving the quality attributes of paddies and finally improved the rice shape.

Keywords: Champa rice, Parboiling, Rice breakage percentage, Milling efficiency, Whiteness degree

---

1- Assistant Professor, Department of Agricultural Machinery and Mechanization Engineering, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Ahvaz, Iran
2- Ph.D. Student of Agricultural Mechanization Engineering, Department of Agricultural Machinery and Mechanization Engineering, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Ahvaz, Iran
3- Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
(*- Corresponding Author Email: ghasemi.n.m@ramin.ac.ir)